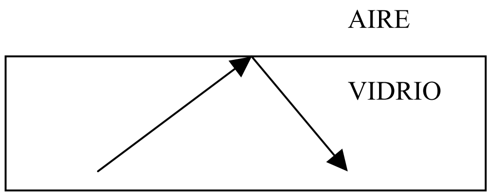
EXAMEN DE FÍSICA
Convocatoria de Junio
Lic. En Química

5 – Junio – 2004

APELLIDOS…………………………………………….NOMBRE……………………….GRUPO………

Cuestión 1
Imagine un rayo de luz que viaja dentro de un bloque de vidrio, para el que n_v=1.56. ¿Cuál es el ángulo de incidencia mínimo que hará que toda la luz sea reflejada en la interfase vidrio-aire de regreso al vidrio?. ¿De qué efecto se trata?. Comente alguna de sus aplicaciones. Datos: índice de refracción del aire n_a=1.



Solución:

Se trata del fenómeno de la reflexión total, ocurrirá para ángulos de incidencia mayores que el dado por:

$$sen\theta_{\lim ite} = \frac{1}{n_{vidrio}} \quad \Rightarrow \quad \theta_{\lim ite} = arcsen\left(\frac{1}{n_{vidrio}}\right) = 39{,}9^0$$

Si la luz incide con ángulos mayores al ángulo límite se reflejará completamente. Es un fenómeno que sólo ocúrrela pasar de un medio con índice de refracción mayor a otro con índice menor. Resulta curioso observar que un medio potencialmente transparente se comporta como un espejo.
Puede observarse, por ejemplo, cuando miramos desde debajo del agua hacia la superficie. Encuentra aplicaciones en la transmisión de luz por fibra óptica.

Cuestión 2
La sirena de una ambulancia tiene una frecuencia fundamental de f_0. Si la ambulancia viaja a una velocidad v, contestar a las siguientes preguntas:

a) ¿En qué circunstancias escuchará un peatón, que está parado, un sonido de frecuencia mayor al emitido por la sirena de la ambulancia? ¿y de menor frecuencia?
b) ¿A qué efecto se deben estos resultados? Explicar brevemente

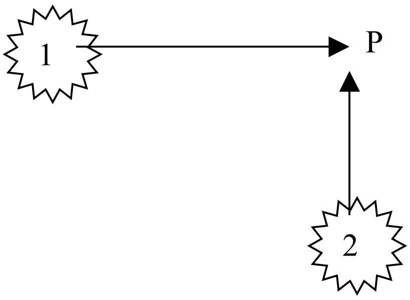
Solución:

Se trata del efecto Doppler. Se presenta cuando el emisor de ondas, el receptor o el medio se encuentran en movimiento relativo. Si el observador o el medio están en movimiento relativo la frecuencia observada no es la misma que la emitida. Si ambos se acercan la frecuencia es mayor que la emitida, mientras que si se alejan resulta menor. Este fenómeno se puede observar en numerosas ocasiones: sirenas, trenes en movimiento, luz proveniente de otras galaxias, etc. La fórmula que lo describe es:

$$f = \frac{v_{sonido} \pm v_{receptor}}{v_{sonido} \mp v_{emisor}} f_0 \quad \Rightarrow \quad f = \frac{v_{sonido}}{v_{sonido} - \widehat{v}_{emisor}} f_0 \quad si \quad v_{receptor} = 0$$

Si la ambulancia se acerca el peatón escuchará uan frecuencia mayor que la real. Si se aleja, menor.

Cuestión 3



Desde la fuente 1 avanza una onda de longitud de onda λ = 1 cm., periodo T = 0,1 s. y amplitud A = 5 mm., hacia el punto P, separado de ella una distancia l_1 = 5 m. Desde la fuente 2, situada a una distancia l_2 = 2 m. del punto P, avanza hacia este punto otra onda de las mismas longitud de onda, periodo y amplitud que la anterior. Determine :

1. La frecuencia angular, ω, asociado a estas ondas.
2. El número de ondas, k, asociado a estas ondas.
3. La velocidad con la que se desplazan.
4. Si en el instante cero ambas fuentes comienzan a emitir las ondas, averigüe cuando la onda dela fuente 1 alcanza el punto P, que diferencia de fase tendrá respecto de la onda proveniente de la fuente 2 en ese punto.
5. La expresión de la oscilación resultante como interferencia de ambas en ese punto.

Solución:

1. $\omega = 2.\pi/T = 20.\pi$ (s^{-1})
2. $k = 2.\pi/\lambda = 200.\pi$ (m^{-1})
3. $v = \omega/k$ ó $v = \lambda/T = 0,1$ (m/s)
4. Las funciones de onda son : $y_1 = A.sen(k.l_1-\omega.t)$; $y_2 = A.sen(k.l_2-\omega.t)$
   a) El tiempo que tarda la mas lejana en llegar al punto P es $l_1/v = t_1 = 50$ (s).
   b) En ese instante y lugar las fases son:
      i. $f_1 = 200.\pi.5 - 20.\pi.50 = 0$
      ii. $f_2 = 200.\pi.2 - 20.\pi.50 = - 600.\pi$.

5. $y_1 + y_2 = A.sen(k.l_2-\omega.t) + A.sen(k.l_1-\omega.t) = 2.A.cos\{k.(l_1-l_2)/2\}.sen\{k.(l_1-l_2)/2 - \omega.t\} = 0,01.cos(300.\pi).sen(700.\pi - 20.\pi.t) = 0,01. sen(700.\pi - 20.\pi.t)$

Problema 1

Un átomo de Helio ionizado una vez consta de una núcleo formado por dos protones y dos neutrones y de un electrón.

a. Suponiendo un modelo sencillo en el que el electrón se comporta como una partícula clásica que gira alrededor del núcleo calcular su velocidad cuando el radio de giro es de la mitad del radio de Bohr (Solución: v = $4,36 \times 10^6$ m/s). El radio de Bohr vale: r_B=0,529 x 10^{-10} m.

b. Calcúlese la energía potencial electrostática y la energía total del electrón.

c. Interpretando que el movimiento del electrón representa un intensidad de corriente equivalente de $I = -\frac{e}{T}$, donde e es la carga del electrón en valor absoluto y T el periodo de giro calcúlese el momento magnético asociado a la órbita.

d. Si el átomo se sumerge en un campo magnético de 10 Teslas y se deja libre ¿Cuál será la orientación de la órbita con respecto al campo ? ¿Por qué?

e. Si el campo magnético fuera perpendicular al plano de la órbita ¿Qué fuerza ejercería sobre el electrón? Indicar su módulo, dirección y sentido.

Datos: Masa del electrón: $m_e = 9,109 \times 10^{-31}$ kg,
Constante de Coulomb: $k = 8,988 \times 10^9$ $(Nm^2)/C^2$
Carga del electrón en módulo: $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C

<u>Solución</u>

a. Podemos obtener la velocidad del electrón en la órbita clásica igualando la atracción eléctrica con la fuerza centrífuga:

$$F_{el} = F_c \quad \Rightarrow \quad m\frac{v^2}{r} = k\frac{2e^2}{r^2} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2ke^2}{m\frac{r_B}{2}}} = \sqrt{\frac{4ke^2}{mr_B}} \quad \Rightarrow v = 4,36 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

b. La energía potencial electrostática se puede calcular mediante

$$V = \quad -k\frac{2e^2}{\frac{r_B}{2}} = k\frac{4e^2}{r_B} = -1,74 \cdot 10^{-17} J = -108,9\,eV$$

Resulta ser 4 veces el valor que se obtiene para el nivel fundamental del átomo de Hidrógeno.

En cuanto a la energía cinética, operando en la primera ecuación podemos ver que :

$$E_c = \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k\frac{4e^2}{r_B} = 0,87 \cdot 10^{-17} J = 54,5\,eV$$

Este valor podría haberse obtenido también por sustitución directa de los valores de la masa y la velocidad en la fórmula de la energía cinética.

La energía total del electrón dentro de la órbita será la suma de ambas:

$$E_T = \quad V + E = -1,74 \cdot 10^{-17} + 0,87 \cdot 10^{-17} J = -0,87 \cdot 10^{-17} J = -54,5\,eV$$

c. Podemos equiparar la órbita a una espira de corriente, cuyo momento magnético es el producto de la intensidad de corriente por el área, orientado según la regla de la mano derecha y teniendo en cuenta el signo menos proveniente de la carga del electrón. Si representamos la órbita en el papel, con el electrón girando en el sentido contrario a las agujas del reloj, el momento magnético apuntaría hacia dentro del papel. Su módulo vale:

$$|\mu| = I \cdot Area = \frac{e}{T}\pi\left(\frac{r_B}{2}\right)^2 = \frac{e}{\frac{2\pi \frac{r_B}{2}}{v}}\pi\left(\frac{r_B}{2}\right)^2 = \frac{evr_B}{4} = 9{,}27\cdot 10^{-24}\,\frac{C\cdot m^2}{s} = 1\cdot \mu_B$$

El resultado de que el momento magnético de la órbita es de un magnetón de Bohr era de esperar, dentro del modelo de Bohr, en la que el estado fundamental corresponde a momento angular $\frac{h}{2\pi}$, al igual que en el átomo de Hidrógeno.

d. El átomo tenderá a alinear su momento magnético con el campo, ya que es la situación de energía mínima.

e. Si el campo es perpendicular al plano de la órbita lo será también a la velocidad. La fuerza de magnética es perpendicular a ambos y por tanto estará en la línea que une el electrón con el núcleo. Si el campo está alineado con el momento magnético (como en el apartado c) el sentido de la fuerza será hacia el núcleo, si no será hacia fuera. En cualquiera de los dos casos, al ser la velocidad y el campo perpendiculares su módulo valdrá:

$$|F| = evB = 6{,}98\cdot 10^{-12}\,N$$

Clásicamente su efecto tendería a aumentar o disminuir ligeramente el radio de la órbita. Si comparamos su valor con el de la fuerza de Coulomb:

$$\frac{F_{mag}}{F_{Coul}} = \frac{F_{mag}}{F_{centrifuga}} = \frac{evB}{m\frac{v^2}{r}} = \frac{erB}{mv} = 2{,}1\cdot 10^{-5}$$

Se trata de una corrección pequeña.

Problema 2

Un condensador de placas plano paralelas esta formado por dos laminas metálicas de área 1 m^2 cada una y separadas una distancia de 2 mm. Se carga el condensador con una diferencia de potencial de 10^3 V. Dato (ε_0=8,85 10^{-12} F/m)

1. Calcular:
   a) la capacidad
   b) la carga de cada lámina
   c) la densidad superficial de carga
   d) la intensidad del campo eléctrico
   e) la energía almacenada por el condensador.

2. Se retira la batería y se introduce en el espacio entre las placas del condensador un dieléctrico de permeabilidad relativa $\kappa = 3$ de forma que ocupa totalmente el espacio entre las placas. Calcular la energía almacenada en este caso en el condensador.

Solución:

1º

a) $C = \varepsilon_0\, S/d = (8.85\text{x}10^{-12}\ \text{x}1)/\ (2\text{x}10^{-3}) = 4.42\text{x}10^{-9}\ (F) = 4.42\ nF$
b) $Q = C.V = 4.42\text{x}10^{-9}\ \text{x}\ 10^{3} = 4.42\text{x}10^{-6}\ (C) = 4.42\ \mu C$
c) $\sigma = Q/S = 4.42\text{x}10^{-6}/1 = 4.42\text{x}10^{-6}\ C/m^2$
d) $E = V/d = 10^3/2\text{x}10^{-3} = 5\text{x}10^5\ (V/m)$
e) $W = (1/2)\ (Q.V) = 2.21\text{x}\ 10^{-3}\ (J)$

2º

$C_2 = \varepsilon_0\ \kappa\ S/d = 13.26\ \text{x}10^{-9}\ (F)$
$W = (1/2)\ (Q^2/C_2) = 0.74\text{x}10^{-3}\ (J)$

Hay que tener en cuenta en este segundo punto que al estar el condensador separado de la batería la diferencia de potencial entre sus placas varía al introducir el dieléctrico, mientras que la carga almacenada permanece constante. Así pues NO se pueden aplicar las expresiones $W = (1/2)\ (Q.V)$ ó $W = (1/2)\ (C.V^2)$ sin calcular la nueva diferencia de potencial V´.